



DOI 10.22363/2312-8143-2020-21-4-302-308

УДК 621.311

Научная статья

Анализ становления большой и малой электрогенерации Южного Урала

И.М. Кирпичникова

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет),
Российская Федерация, 454080, Челябинск, пр-кт Ленина, д. 76

История статьи:

Поступила в редакцию: 12 ноября 2020 г.

Доработана: 15 декабря 2020 г.

Принята к публикации: 21 декабря 2020 г.

Ключевые слова:

план ГОЭЛРО, электрогенерация Урала, Челябинская ГРЭС, возобновляемая энергетика

Аннотация. Описано состояния энергетики России в дореволюционный период, приведены данные по производству электроэнергии на душу населения. Представлены краткая история создания комиссии по разработке Государственного плана электрификации России и некоторые результаты его реализации. Рассказано о строительстве первой крупной электростанции на Южном Урале, возведенной по плану ГОЭЛРО, – Челябинской ГРЭС, имеющей в то время огромное значение для развития промышленности области и остающейся одной из мощных электростанций в настоящее время. Раскрыты возможности использования возобновляемых источников энергии, в частности местных гидроэнергетических ресурсов для производства энергии. Показаны проблемы Порожской ГЭС – старейшей и уникальной гидроэлектростанции Урала, охарактеризованы малые ГЭС Южного Урала, обсуждены перспективы использования гидроэнергетического потенциала Челябинской области. Продемонстрирован потенциал солнечной и ветровой энергии, рассмотрены характеристики и особенности солнечных электростанций Урала и ветроэнергетических установок с вертикальной осью вращения, разработанных в Южно-Уральском государственном университете. Установлено, что биомасса в качестве ресурса для получения энергии имеет хорошие перспективы использования, однако в силу климатических условий данное направление пока не получило развития. Сделан вывод о том, что малая и распределенная энергетика по-прежнему являются важной составляющей в общей энергетике области и страны.

Введение

На рубеже XIX–XX веков Россия, вступив на путь индустриализации, имела слабо развитую промышленность, а ее энергетика отставала от ведущих стран Запада и Америки, находясь на ше-

стидесятом месте в мире по выработке электроэнергии. Например, в 1913 году она составляла всего 14 кВт·ч электроэнергии на душу населения (для сравнения: в США – 236 кВт·ч) [1].

До начала Первой мировой войны в Российской империи насчитывалось более 300 городских электростанций и свыше 9000 малых энергоустановок, которые находились в частных руках и принадлежали богатым купцам и промышленникам.

Эти небольшие источники генерации не могли обеспечить все возрастающие потребности в энергии для работы заводов и освещения улиц.

Кирпичникова Ирина Михайловна, заведующая кафедрой «Электрические станции, сети и системы электроснабжения» ЮУрГУ (НИУ), доктор технических наук, профессор; eLIBRARY SPIN-код: 4553-2206, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4078-8790>; kirpichnikovaim@susu.ru.

© Кирпичникова И.М., 2020

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Однако в начале XX века в стране стали появляться первые электростанции небольшой мощности. Например, на Урале, в Челябинске в 1913 году началось строительство городской тепловой электростанции мощностью 250 кВт, работающей на буром угле Копейского месторождения [2].

1. Становление электрификации России

Развитию энергетики помешали Первая мировая война, революция и гражданская война. После установления мира молодой советской республике нужно было восстанавливать хозяйство и развивать экономику.

По инициативе В.И. Ленина была организована комиссия из двухсот специалистов, инженеров и ученых, задачей которых стало создание программы электрификации страны. За основу был принят план, разработанный Г.М. Кржижановским в 1915–1916 годах. В нем обосновывалось строительство электростанций в стране с использованием местных топливных и гидроресурсов [3].

В соответствии с планом, в восьми экономических районах страны в кратчайшие сроки необходимо было построить 30 крупных районных электростанций для энергоснабжения промышленных предприятий и городов с дальнейшим объединением их в крупные электроэнергетические системы. Говоря о важности электрификации страны на VIII Съезде Советов, Ленин подчеркивал, что этот план – вторая программа Коммунистической партии, которая должна стать «планом по созданию всего народного хозяйства и доведению его до современной техники» [3].

После утверждения Государственного плана электрификации России (ГОЭЛРО) 22 декабря 1920 года на VIII Всероссийском съезде Советов страна приступила к его реализации. План ГОЭЛРО стал важнейшим этапом развития энергетики России и определил рост экономики нашей страны на долгие годы. Благодаря четко спланированной программе развития, уже в 1935 году Россия вышла на третье место в мире по выработке электроэнергии [4].

На Урале план ГОЭЛРО был реализован в первое десятилетие после его принятия. В 1923 году запущена Егоршинская ГРЭС в Свердловской области, в 1924 году построена Кизеловская (Губахинская) ЭС в Пермской области, работающая на местном топливе.

Производство электроэнергии к 1937 году увеличилось в 13 раз [5].

2. Строительство Челябинской ГРЭС

Первой электростанцией, построенной на Южном Урале по плану ГОЭЛРО, была Челябинская государственная районная электростанция (ЧГРЭС) (рис. 1). Из 30 электростанций, которые предстояло построить, ЧГРЭС была в списке под номером 27 [6]. Торжественная закладка главного корпуса Челябинской ГРЭС состоялась 6 ноября 1927 года в честь 10-летия Октябрьской революции, а первый промышленный ток был дан уже в сентябре 1930 года. Такие высокие темпы строительства обеспечивались самоотверженным трудом рабочих и строителей [7].

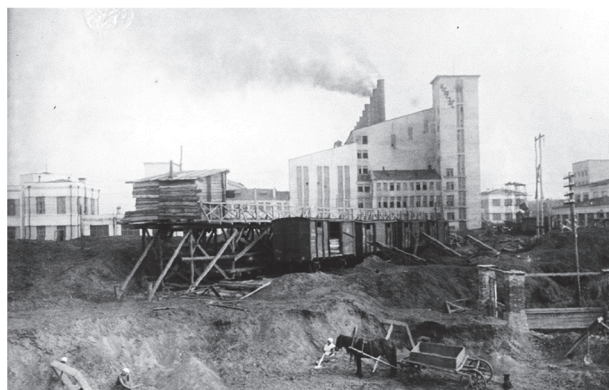


Рис. 1. Строительство Челябинской ГРЭС – первенца ГОЭЛРО на Южном Урале
[Figure 1. Construction of the Chelyabinsk State District Power Plant – the first-born of GOELRO in the South Urals]

Источник: Фонд Государственного исторического музея Южного Урала.

Source: Fund of the State Historical Museum of the South Urals.

Электростанция работала на буром угле, месторождение которого находилось рядом с Челябинском. Уголь доставлялся на ГРЭС по специально построенной для этих целей железной дороге. Для охлаждения механизмов и машин станции использовалась вода реки Миасс.

С 1963 года станция работает на природном газе, а 1 апреля 2018 года ЧГРЭС была официально переименована в Челябинскую ТЭЦ-4 с электрической мощностью 742 МВт и тепловой мощностью 850 Гкал/ч.

С началом работы Челябинской ГРЭС в 1930-е годы ускорилось строительство ставших в последствии гигантами промышленности Челябинского тракторного завода, Челябинского электрометаллургического комбината, лакокрасочного, электролитного цинкового и других крупных заводов Челябинской области.

3. Порожская ГЭС – старейшая гидроэлектростанция Урала

В июле 1931 года государственная комиссия приняла в эксплуатацию первую очередь Челябинского ферросплавного завода (ныне электрометаллургический комбинат), который до сегодняшнего дня является основным поставщиком ферросплавов в России.

До этого времени ферросплавы производились на небольшом заводе, работающем в поселке Пороги Саткинского района, электроэнергия для которого поступала от Порожской ГЭС. Эта гидроэлектростанция – единственная на Урале и одна из старейших в России – была запущена в эксплуатацию в 1910 году.

Проектировал ее известный ученый-гидротехник Б.А. Бахметьев. При строительстве использовался местный материал, плотина была выло-



Рис. 2. Машинный цех Порожской ГЭС (фотографии сделаны автором)

[Figure 2. Machine room of the Porozhskaya hydroelectric power station (photos taken by the author)]

4. Малые ГЭС Южного Урала

На территории Челябинской области имеется еще ряд малых ГЭС, работавших или работающих в настоящее время на местных водотоках. Одна из них – Верхнеуральская ГЭС, расположенная на реке Урал, которая использует расчетный перепад в 17 м на Верхнеуральском водохранилище. Мощность электростанции 1 МВт.

Две малые гидроэлектростанции Южного Урала, построенные в прошлом веке, – Зюраткульская и Аргазинская в настоящий момент не эксплуатируются. Строительство Зюраткульской ГЭС велось с 1942 по 1952 год. Объект представляет собой двухкаскадную ГЭС деривационного типа. В ее состав вошли плотина, деривационный канал длиной 9 км, напорный бассейн

жена из дикого камня и имела арочную архитектуру. Для преобразования энергии воды на порогах реки Большая Сатка применялись уникальные гидротурбины, которые были изготовлены по индивидуальному заказу ведущими фирмами Европы и действуют до сих пор. Их мощность составляла 560 и 845 кВт. Два генератора мощностью 550 кВт произведены в 1909 году немецкой фирмой «Бригель, Хансен и К°» (г. Гота, Германия), генератор третьей турбины – швейцарской фирмой «Браун, Бовери и К°» (рис. 2) [8].

На сегодняшний день производство свернуто как экономически невыгодное. Плотина, оборудование и здание Порожской ГЭС находятся в аварийном состоянии. Если не принять срочных мер по их восстановлению, ГЭС может окончательно разрушиться, и тогда мы лишимся этого уникального памятника инженерной мысли.



и два здания ГЭС первой и второй очереди. В 1978 году ГЭС была закрыта в связи с нерентабельностью. Оборудование зданий ГЭС демонтировано, сами здания по большей части разрушены, в неплохом состоянии находится напорный бассейн. В случае восстановления ГЭС ее мощность должна составить 6,4 МВт.

Вторая ГЭС – Аргазинская, расположенная на реке Миасс в селе Байрамгулово Аргаяшского района, строилась с 1939 года, в эксплуатацию запущена в 1946 году. Планируется ее восстановление с мощностью 1,35 МВт.

Использование такого местного ресурса, как малые реки и водотоки, может быть технически и экономически выгодным. А учитывая, что на территории Челябинской области находится более 3500 рек, из которых 90 % относятся

ся к очень малым, длиной менее 10 км, строительство малых ГЭС на них в большинстве случаев имеет хорошие перспективы [9].

5. Солнечная энергетика Урала

Потенциал солнечной энергии как ресурса для Урала в целом и для Челябинской области в частности достаточен для строительства здесь солнечных электростанций. Вероятность среднемесячной продолжительности солнечного сияния составляет 0,4–0,6, годовое поступление солнечной радиации на территорию области равно от 1050 кВт·ч/м² на севере и до 1250 кВт·ч/м² на юге. Уровень инсоляции составляет 4–4,5 кВт·ч/м²/сут [10].

Именно поэтому на территории Урала строятся новые и вводятся дополнительные очереди солнечных электростанций:

- Башкортостан: Бурибаевская – 20 МВт, Бурзянская – 20 МВт, Бугульчанская – 15 МВт, Исянгуловская – 9 МВт;

- Оренбургская область: семь солнечных электростанций, суммарной мощностью 250 МВт (Орская солнечная электростанция – СЭС имени А.А. Влазнева – 40 МВт);

- Свердловская область: планируется строительство трех СЭС общей мощностью 28 МВт.

- Челябинская область: планируется строительство СЭС мощностью 5 МВт.

Первая крупная кровельная СЭС в Челябинской области появилась на заводе АО «Русские электрические двигатели», расположенном в черте Челябинска (рис. 3).



Рис. 3. СЭС на кровле завода «Русские электрические двигатели» [11]
[Figure 3.] Solar power plant on the roof of the plant “Russian Electric Motors” [11]

Батарея состоит из 840 гетероструктурных 60-ячеечных фотоэлектрических модулей «Хевел». Мощность установленного оборудования равна 240 кВт [11].

Увеличивается количество других солнечных энергоустановок, в том числе и для индивидуального использования.

6. Ветроэнергетические установки

Ветроэнергетический потенциал Челябинской области до недавнего времени считался бесперспективным с точки зрения строительства крупных ветропарков. Среднегодовые скорости ветра в большинстве районов области не превышают 4–5 м/с. Однако имеются участки с абсолютной высотой 1000–1200 м. Эти районы располагают большим ветроэнергетическим потенциалом – 28 597 МДж/м (103 МВт·ч/м) за год. К таким участкам относится гора Таганай – самое ветровое место в области со среднегодовыми скоростями ветра 10–12 м/с.

С развитием конструкций ветроэнергетических установок становится возможным их строительство и эксплуатация в местах с меньшими среднегодовыми скоростями ветра. Такие установки разработаны в Южно-Уральском государственном университете. Они могут использоваться как источники для индивидуальной электрогенерации, а также в составе ветро-солнечных комплексов [12].

В составе энергокомплекса ветроэнергетические установки хорошо дополняют солнечные модули (фотоэлектрические преобразователи), увеличивая общую надежность комплекса.

Для маломощных потребителей разработан гибридный ветро-солнечный микроэнергокомплекс, основанный на совместной выработке электроэнергии двумя альтернативными источниками номинальной мощностью 0,5 кВт (ветроэнергостановка, ВЭУ) и 0,1 кВт (солнечный модуль). Такая система является полностью автономной и работает практически без обслуживания (рис. 4).

Работа ветроэнергетических установок с вертикальной осью вращения мощностью 1 и 3 кВт не зависит от направления ветра, а старт происходит уже при скорости ветра до 2 м/с. Установки отличаются низким уровнем шума и вибрации и стабильной частотой вращения.

Разработанные ВЭУ испытывались как в условиях Уральского региона, так и в различных климатических зонах от экватора до Арктики:

– Япония, Акита (партнер Green Power, Токио);

– США, Сан-Франциско, Рамона, Ронерт Парк (партнер Национальная лаборатория имени Лоуренса в Беркли, США);

– Арктика, Канин Нос (НИИ космического приборостроения, Россия).

Испытания показали хорошую работоспособность комплексов и установок и подтвердили их преимущества [13].



Рис. 4. Ветроэнергетическая установка ВЭУ-3 с солнечным модулем (фотография сделана автором)
[Figure 4. Wind turbine VEU-3 with a solar module (photo taken by the author)]

Еще один местный ресурс, который может быть использован для получения энергии и биотоплива, – биомасса. Объем биогаза, который мог бы быть получен при переработке отходов животноводства, показан в таблице [14].

Таблица

Потенциал производства биогаза в Челябинской области
[Table. Potential for biogas production in the Chelyabinsk region]

Год [Year]	Кол-во животных, тыс. голов [Number of animals, thousand heads]	Объем биогаза, $\text{м}^3 \cdot 10^6$ [Biogas volume, $\text{m}^3 \cdot 10^6$]
2000	356,7	967,4
2005	212,1	636,3
2010	287,1	861,3
2015	314,1	942,3
2020	409,5	1228,5

Получение энергии только от использования отходов животноводства в различные годы могло бы составить от 1,5 до 6,0 ГВт электроэнергии. К сожалению, низкие температуры, особенно в зимний период, и другие экономические особенности не позволяют в полной мере использовать биогазовые технологии на территории Урала.

Заключение

Для координации развития различных видов малой генерации в регионе создана Ассоциация малой энергетики Урала, которая традиционно является лидером по строительству и введению в строй объектов малой энергетики.

Ассоциация объединяет высокотехнологичные компании, которые работают в сфере малой распределенной генерации и смежных отраслях. Суммарная мощность введенных в эксплуатацию проектов членами Ассоциации составляет 245 МВт [15].

Малая и распределенная энергетика вносит свой значительный вклад в развитие общей энергетики региона и страны, которая, как и 100 лет назад, призвана решать основные задачи развития экономики и энергобезопасности страны.

Список литературы

1. Принят план ГОЭЛРО // История.РФ. URL: <https://histrf.ru/lenta-vremeni/event/view/priniat-plan-goelro> (дата обращения: 10.12.2020).
2. Липовцева И., Михеев М., Мельников Н., Сапарулова А. ПРОСВЕТ. История становления и развития уральской энергосистемы в 1920–1950-е гг. Екатеринбург: Альфа Принт, 2017. 200 с.
3. История разработки плана ГОЭЛРО // Музей истории Мосэнерго. URL: http://mosenergo-museum.ru/History_of_Mosenergo/Historical_Review/19034/ (дата обращения: 10.12.2020)г.
4. Гвоздецкий В.Л. План ГОЭЛРО. Мифы и реальность // Наука и жизнь. 2001. № 5. С. 102–109.
5. История народного хозяйства Урала: в 2 ч. Ч. 1. 1917–1945. Свердловск, 1988.
6. Первенцы ГОЭЛРО. 1917–1941 годы // Музей энергетики Урала. URL: <http://musen.ru/chronicle/> (дата обращения: 12.12.2020).
7. «Ток дан!»: 90 лет назад была запущена Челябинская ГРЭС // Государственный исторический музей Южного Урала. URL: http://www.chelmuseum.ru/news/tok-dan-90-let-nazad-by-la-zapushchena-chelyabinskaya-gres/?sphrase_id=13174 (дата обращения: 15.12.2020).

8. Кирпичникова И.М. Порожская ГЭС – уникальное сооружение XX века // Электрические станции. 2008. № 8. С. 4–8.

9. Гусева О.А., Пташкина-Гирина О.С. Оценка целесообразности электроснабжения от малых ГЭС // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81–2. С. 105–111.

10. Кирпичникова И.М., Махсумов И.Б., Соловьев А.Ю., Шестакова В.В. Особенности эксплуатации солнечных энергоустановок в различных климатических условиях // Энергоэффективность. Ценология. Экология и энергобезопасность: материалы научной конференции / под науч. ред. Л.Х. Зайнутдиновой, М.Г. Тягунова. Астрахань, 2020. С. 46–55.

11. Крышная СЭС для АО «Русские электрические двигатели» // Хевел. URL: <https://www.hevelsolar.com/projects/pervaya-na-yuzhnom-urale-promyshlennaya-solnechnaya-elektrostanciya/> (дата обращения: 15.12.2020).

12. Амерханов Р.А., Соломин Е.В., Кирпичникова И.М., Мартыанов А.С., Коробатов Д.В., Лутовац М. Использование ветро-водородного комплекса бесперебойного энергоснабжения в различных климатических условиях // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). 2018. № 13–15. С. 30–54. <https://doi.org/10.15518/isjaee.2018.13-15.030-054>

13. Аникиенко Е. «Чистая энергия» Урала выходит на рынки АСЕАН»: интервью с Евгением Соламиным // Южно-Уральская панорама. 2015, 4 декабря. URL: <https://up74.ru/articles/ekonomika/81712/> (дата обращения: 12.12.2020).

14. Перспективы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Челябинской области // Распоряжение губернатора Челябинской области от 23.03.2017 г. № 256-р «Об утверждении схемы и программы перспективного развития электроэнергетики Челябинской области на 2016–2020 годы». URL: <http://docs.cntd.ru/document/450328134> (дата обращения: 10.12.2020).

15. Ассоциация малой энергетики. URL: <https://energo-union.com/ru/association> (дата обращения: 15.12.2020).

Для цитирования

Кирпичникова И.М. Анализ становления большой и малой электрогенерации Южного Урала // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2020. Т. 21. № 4. С. 302–308 <http://dx.doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-4-302-308>

DOI 10.22363/2312-8143-2020-21-4-302-308

Research article

Analysis of the formation of large and small power generation in the Southern Urals

Irina M. Kirpichnikova

South Ural State University (National Research University), 76 Lenina Ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation

Article history:

Received: November 12, 2020

Revised: December 15, 2020

Accepted: December 21, 2020

Keywords:

State Electrification Plan of Russia, GOELRO plan, power generation of the Urals, Chelyabinsk State District Power Plant, renewable energy

Abstract. The description of the state of power engineering in Russia in the pre-revolutionary period, data on the production of electricity per capita are presented. A brief history of the creation of a commission for the development of the State Electrification Plan of Russia (GOELRO plan) and some results of its implementation are provided. The construction of the first large power plant in the South Urals, built according to the GOELRO plan, – Chelyabinsk State District Power Plant, which at that time was of great importance for the development of the region's industry and remains one of the most powerful power plants at the present time, is described. The possibilities of using renewable energy sources, in particular local hydropower resources for energy production, are disclosed. The problems of the Porozhskaya Hydropower Plant – the oldest and unique hydroelectric power plant in the Urals are designated, the characteristics of small hydropower plants in the Southern Urals are given, the prospects for using the hydropower potential of the Chelyabinsk region are revealed. The potential of solar and wind energy is discussed, the characteristics and

features of solar power plants in the Urals and wind power plants with a vertical axis of rotation, developed at the South Ural State University, are specified. It is established that biomass as a resource for energy production has good prospects for use, but due to climatic conditions, this direction has not yet been developed. It is shown that small and distributed energy is still an important component in the general energy of the region and the country.

References

1. Istorija.RF. *The GOELRO plan was adopted*. (In Russ.) Available from: <https://histrf.rulenta-vremeni.eventviewpriniat-plan-goelro> (accessed: 10.12.2020).

2. Lipovceva I, Miheev M, Melnikov N, Sarapulova A. *PROSVET. Istorija stanovlenija i razvitija ural-skaj energosistemy v 1920– 1950-e gg. [PROSVET. The history of the formation and development of the Ural power system in the 1920s and 1950s]*. Ekaterinburg: AlfaPrint; 2017. (In Russ.)

3. Mosenergo History Museum. *History of the GOELRO plan development*. (In Russ.) Available from: http://mosenergo-museum.ru/History_of_Mosenergo/Historical_Review/19034/ (accessed: 10.12.2020).

4. Gvozdeckij VL. GOELRO plan. Myths and reality. *Nauka i Zhizn*. 2005;(5):102–109. (In Russ.)

5. *Istorija narodnogo hozjajstva Urala Ch. 1. 1917–1945 [History of the national economy of the Urals. Part 1. 1917–1945]*. Sverdlovsk; 1988.

6. Ural Energy Museum. *The firstborn of GOELRO. 1917–1941*. (In Russ.) Available from: <http://musen.ru/chronicle/> (accessed: 12.12.2020).

7. State Historical Museum of the Southern Urals. *“Tok dan!”: 90 years ago, the Chelyabinsk hydroelectric power station was launched*. (In Russ.) Available from: http://www.chelmuseum.runewstok-dan-90-let-nazad-by-la-zapushchena-chelyabinskaya-gressphrase_id=13174 (accessed: 15.12.2020).

8. Kirpichnikova IM. Porozhskaya HPP – a unique structure of the XX century. *Elektricheskie Stancii*. 2008; (8):4–8. (In Russ.)

9. Guseva OA, Ptashkina-Girina OS. Estimation of electrical supply valuation from small hydroelectric power stations. *East Siberian Journal of Biosciences*. 2017;(81–2):105–111. (In Russ.)

10. Kirpichnikova IM, Mahsumov IB, Sologubov AJu, Shestakova VV. Features of operation of solar power installations in various climate conditions. *Energy*

Efficiency. Cenology. Ecology and Energy Security. Astrakhan; 2020. p. 46–55. (In Russ.)

11. Hevel. *Roof SES for JSC “Russian Electric Motors”*. (In Russ.) Available from: <https://www.hevelsolar.com/projects/pervaya-na-yuzhnom-urale-promyshlennaya-solnechnaya-elektrostanciya> (accessed: 15.12.2020).

12. Solomin EV, Kirpichnikova IM, Amerkhanov RA, Korobatov DV, Lutovats M, Martyanov AS. The use of wind-hydrogen uninterrupted power supply plant in different climatic conditions. *Alternative Energy and Ecology (ISJAE)*. 2018;(13–15):30–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.15518/isjaec.2018.13-15.030-054>

13. Anikienko E “‘Chistaja energija’ Urala vyhodit na rynki ASEAN”: intervju s Evgeniem Solominym [“Ural ‘clean energy’ enters the ASEAN markets”: interview with Evgeny Solomin]. *Juzhno-Uralskaja panorama*. 2015, December 4. (In Russ.) Available from: <https://up74.ru/article/ekonomika/81712> (accessed: 12.12.2020).

14. Prospects for the use of non-traditional renewable energy sources in the Chelyabinsk region. *Order of the Governor of the Chelyabinsk region of 23.03.2017 No. 256-r “On approval of the scheme and program for the prospective development of the electric power industry of the Chelyabinsk Region for 2016–2020”*. (In Russ.) Available from: <http://docs.cntd.rudocument450328134> (accessed: 10.12.2020).

15. Distributed Power Generation Association. (In Russ.) Available from: <https://energo-union.com/ru/association> (accessed: 15.12.2020).

For citation

Kirpichnikova IM. Analysis of the formation of large and small power generation in the Southern Urals. *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2020;21(4):302–308. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-4-302-308>